

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
24. Juni 2004 (24.06.2004)

PCT

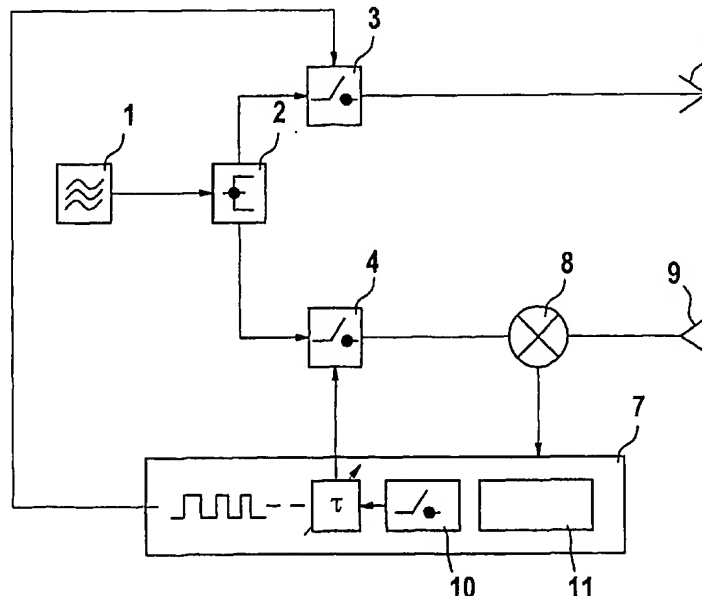
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/053520 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G01S 13/00 (72) Erfinder; und  
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHLICK, Michael  
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/004059 [DE/DE]; Schwabstrasse 43, 71229 Leonberg (DE).  
HOETZEL, Juergen [DE/DE]; Reitfeldstrasse 9, 61197  
(22) Internationales Anmeldedatum: Florstadt (DE). MORITZ, Rainer [DE/DE]; Filderbahn-  
9. Dezember 2003 (09.12.2003) straße 50, 70794 Filderstadt (DE).  
(25) Einreichungssprache: Deutsch (74) Gemeinsamer Vertreter: ROBERT BOSCH GMBH;  
Postfach 30 03 30, 70442 Stuttgart (DE).  
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.  
(30) Angaben zur Priorität: (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
102 58 097.9 11. Dezember 2002 (11.12.2002) DE BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,  
IHU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).  
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ROBERT BOSCH GMBH [DE/DE]; Postfach 30 02  
20, 70442 Stuttgart (DE). Veröffentlicht:  
— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-  
öffentlichen nach Erhalt des Berichts

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE FOR MEASURING THE DISTANCE AND SPEED OF OBJECTS

(54) Bezeichnung: EINRICHTUNG ZUR ABSTANDS- UND GESCHWINDIGKEITSMESSUNG VON OBJEKTEN



(57) Abstract: The invention relates to a device for measuring the distance and speed of objects by means of radar pulses, whereby the transmitted and received radar pulses are correlated with one another in a mixer (8) on the receiving end. In a control device (7) for setting range gates, the radar pulses on the transmitting end to be supplied to the mixer (8) are continuously modified with respect to their pulse delay in an ascending and/or descending manner. A switch device (10) can be switched to Doppler frequency measuring mode or can be reset to distance measuring mode.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2004/053520 A2



*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

---

(57) **Zusammenfassung:** Zur Abstands- und Geschwindigkeitsmessung von Objekten mittels Radarpulsen werden gesendete und empfangene Radarpulse in einem empfangseitigen Mischer (8) korreliert. In einer Steuereinrichtung (7) zur Vorgabe von Range-Gates werden die dem Mischer (8) zuführbaren sendeseitigen Radarpulse bezüglich ihrer Pulsverzögerung kontinuierlich ansteigend und/oder abfallend verändert. Mittels einer Umschalteneinrichtung (10) kann auf den Dopplerfrequenzmessbetrieb umgeschaltet werden oder auf den Abstandsmessbetrieb rückgesetzt werden.

5

10 Einrichtung zur Abstands- und Geschwindigkeitsmessung von Objekten

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Abstands- und Geschwindigkeitsmessung von Objekten mittels Radarpulsen

15 Stand der Technik

Zur Detektion von Objekten mittels Radarsensoren werden gemäß der DE 19963006A1 Radarpulse ausgesendet. Die von einem Zielobjekt reflektierten Pulse werden derart ausgewertet, dass unterschiedliche Ortsauflösungen und unterschiedliche Abmessungen hinsichtlich Entfernung und Länge einer virtuellen Barriere erreicht werden können. In einem empfangsseitigen Mischer werden die empfangen Radarpulse mit verzögerten Sendeseitigen Radarpulsen korreliert. Über die Differenzfrequenzen (Dopplerfrequenzen zwischen gesendeter Oszillatorfrequenz und dem vom Ziel reflektierten und empfangenen Signal werden Geschwindigkeiten gemessen. Einsatz finden solche Radarsensoren mit Primärinformation Distanz als Einparkhilfen, ACC, Stop&Go Betrieb, Totewinkeldetektion im Kraftfahrzeugbereich. Zur Precrash-Sensierung ist die Primärinformation die Geschwindigkeit.

25 Vorteile der Erfindung

30

Mit den Merkmalen der Anspruchs 1, das heißt einem empfangseitigen Mischer, der empfangene Radarpulse mit verzögerten sendeseitigen Radarpulsen korreliert, einer Steuereinrichtung zur Vorgabe von Range-Gates innerhalb derer die dem Mischer zuführbaren Radarpulse bezüglich ihrer Pulsverzögerung kontinuierlich ansteigend und/oder abfallend veränderbar sind, einer Umschalteneinrichtung zur Realisierung mehrer

35

Betriebsmoden insbesondere zum Konstanthalten der dem Mischer zuführbaren sendeseitigen Radarpulse bezüglich ihrer Verzögerung, um insbesondere Dopplerfrequenzen zu messen, zum Rücksetzen oder Anheben der Verzögerung auf einen bisherigen oder neuen Startwert und/oder kontinuierlicheren Veränderung der  
5 Verzögerung insbesondere in eine einer vorausgegangenen Veränderung gegenläufige Richtung und einer Auswerteinrichtung für Abstands- und Geschwindigkeitswerte anhand der Mischerausgangssignale, kann ein Radarsensor mehrerer funktionale Anforderungen, beispielsweise Einparkhilfe, Precrash und ACC, Stop&Go gleichzeitig erfüllen und eine notwendigen intelligente Umschaltung vornehmen, damit zu jedem  
10 Zeitpunkt jede der Funktionen ihre benötigten Informationen in definierten Toleranzgrenzen erhält. Situationsbedingte Konflikte, insbesondere Messkonflikte, könne hierbei vermieden werden.

Ein Modusumschaltung von Abstandsmessung EM zur Geschwindigkeitsmessung GM kann nicht zu jeder beliebigen Zeit stattfinden. Wegen des Sweep-Verfahrens  
15 (kontinuierliches Verändern der dem Mischer zugeführten sendeseitigen Radarpulse bezüglich ihrer Verzögerung) können hier Zeitverzögerungen auftreten. Mit den Maßnahmen der Erfindung können diese Zeitverzögerungen vermieden bzw. vermindert werden.  
Im Betriebsmode der Abstandsmessung können Zweideutigkeiten, Phantom- Objekte und Scheinreflexionen auftreten. Zweideutigkeiten entsprechen bei einer  
20 Einsensorkonfiguration und dem Tracken mehrerer Ziele, dass sich zwei Objekte (annähernd) im gleichen Entfernungspunkt aufhalten und auf Grund der Messinformationen allein nicht zwischen einem und der wirklichen Anzahl von Objekten unterschieden werden kann. Zweideutigkeiten bedeutet bei einer Einsensorkonfiguration und dem Tracken mehrerer Ziele, dass ein Objekt mehrere Reflexionszentren in  
25 unterschiedlichen Entfernungen besitzt und allein auf Grund der Entfernungsinformation des Radarsensors nicht unterschieden werden kann, ob es sich um mehrere oder ein Objekt handelt. Phantom- Objekte treten bei der Abstandsmessung wegen der unterschiedlichsten radarspezifischen Effekte auf, z.B. Dopplerreflexionen , Störsender,.... Andererseits können bei einer Zweisensorkonfiguration und der  
30 Anwendung von Triangulationsverfahren Scheinreflexionen entstehen, die Objekte an einem Ort vortäuschen, wo kein Objekt ist. Derartige Zweideutigkeiten, Phantom-Objekte und Scheinreflexionen können mit der erfindungsgemäßen Maßnahmen drastisch reduziert werden. Außerdem ist es möglich die Einschränkung der Geschwindigkeitsmessung auf Verfolgung nur eines Objektes aufzuheben und die gleiche

Mehrzielfähigkeit wie bei der Entfernungsmessung zu gewährleisten und gleichzeitig Relativgeschwindigkeitsmessung via Doppler durchzuführen.

In den Unteransprüchen sind vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung aufgezeigt. So können durch Ausgestaltung der Auswerteeinheit anhand der ermittelten

5 Geschwindigkeitswerte die Grenzen für die Range-Gates festgelegt werden.

Bewegte Objekte können auf Grund eines ansteigenden

Geschwindigkeitsgradienten/Amplitude detektiert werden. Auch die Position eines beweglichen Objektes ist aufgrund der Maximalamplitude bei der

10 Dopplerfrequenzmessung detektierbar. Aus der detektierten Position lässt sich auch ein Geschwindigkeitsoffset eines Objekt schätzen. Bei einem Range-Gate Wechsel ist eine Dopplerfrequenzmessung durch einfache Steuerung der Umschalteneinrichtung möglich.

Die Umschalteneinrichtung kann auch eventgetriggert steuerbar sein, um auf Grund einer erkannten Reflexion in der Betriebsmode Geschwindigkeitsmessung zu gelangen oder in eine Veränderung der Verzögerung der dem Mischer zugeführten sendeseitigen

15 Radarpulse in gegenläufiger Richtung.

Eine Plausibilisierung von Objekten kann durch Auswertung weiterer Reflexionen erfolgen, insbesondere wenn die Verzögerung der dem Mischer zugeführten Sendeseitigen Radarpulsen in gegenläufiger Richtung nach einer erkannten Reflexion vorgenommen wird.

20 Aus gewonnenen Abstandsmessungen kann eine Abstandshistorie zur Detektion von Objektmustern erstellt werden.

Auf Grund der Geschwindigkeitsmessungen können Schätzwerte für erwartete Precrash-Situationen erstellt werden. Insbesondere kann dann in den Betriebsmode Geschwindigkeitsmessung umgeschaltet werden, um Dopplerfrequenzen zu messen.

25

#### Zeichnungen

Anhand der Zeichnungen werden Ausführungsbeispiele der Erfindung erläutert. Es

30

zeigen

Figur 1 ein Prinzipschaltbild einer Einrichtung nach der Erfindung,

Figur 2 bis 4 verschiedene Strategien mit kombinierten Messmodi,

Figur 5 den Entfernungsmessbetrieb,

Figur 6 den Geschwindigkeitsmessbetrieb,

35

Figur 7 eine Objektdetektion,

Figur 8 eine Positionsdetektion,  
Figur 9 geschätzte Geschwindigkeitsoffsets,  
Figur 10 eine Aufbereitung von Situationsanalysen,  
Figur 11 einen Pre-Crash Zeitablauf

5

#### Beschreibung von Ausführungsbeispielen

Prinzipiell erfolgt die Abstandsmessung durch eine indirekte Laufzeitmessung eines ausgesendeten Radarpulses. Hierzu ist gemäß Figur 1 ein Trägerfrequenzoszillator 1 mit einer Schwingfrequenz bei 24 GHz vorgesehen, der über einen Leistungsteiler 2 seine Schwingfrequenz an zwei Schalter 3 und 4 weiterleitet. Durch Schalter 3 wird die Schwingfrequenz pulsfrequenzmoduliert, so dass zur Sendeantenne 5 Radarpulse gelangen, deren Wiederholfrequenz und Breite durch die Pulsfrequenzerzeugung 6 innerhalb der Steuerungseinrichtung 7 vorgegeben werden. Die indirekte Laufzeitmessung geschieht durch die Auswertung mittels eines empfangsseitigen Mischers 8, der die von der Empfangsantenne 9 empfangenen Radarpulse mit jeweils um eine definierte zeit verzögerten Radarpulse, die über den Schalter 4 zu Mischer 8 gelangen korreliert. Liegt ein niederfrequentes Signal am Ausgang des Mischers 8 an, entsprechen sich Laufzeit des reflektierten Radarpulses und Pulsverzögerung  $dt$  und die Distanz des den Radarpuls reflektierenden Objektes kann über  $s = 0.5 * dt * c$  berechnet werden (Auswerteeinrichtung 11).

Die Geschwindigkeitsmessung geschieht mittels der Auswertung der Dopplerfrequenzen (Auswerteeinrichtung 11), die ebenfalls am Ausgang des Mischers 8 anliegen. Hierfür wird die Pulsverzögerung  $dt$  solange festgehalten bis sich ein Objekt auf einer Relativgeschwindigkeit  $v$  mit  $s$  an der Radar angenähert hat.

Zu beachten ist hierbei, dass  $s$  genau genommen eine Breite von  $b = 2 * pd * c$  besitzt, die proportional zur Dauer  $pd$  des Radarpulses ist. Dieser diskrete „Entfernungspunkt“ mit der Ausdehnung  $b$  wird Range-Gate genannt. Die Vorgabe der Range-Gates innerhalb derer die dem Mischer 8 zuführenden sendeseitigen Radarpulsen (über Schalter 4) bezüglich ihrer Pulsverzögerung kontinuierlich ansteigend und/oder abfallend veränderbar sind, geschieht ebenfalls über die Steuereinrichtung 7, beispielsweise über entsprechend steuerbare Verzögerungsleitungen.

Der hier betrachtete Radarpulssensor kann nicht Entfernung und Geschwindigkeit parallel messen, kann jedoch mehr als einen Mischer mit für alle Mischer gleicher

35

Pulsverzögerung  $dt$  haben. Im Entfernungsmodus EM sweept der Radarsensor die Pulsverzögerung  $dt$  und somit einen gewissen Entfernungsbereich durch (kontinuierliche Veränderung der Pulsverzögerung). Durch entsprechende Auswertesoftware können hier mehrere Ziele verfolgt (getrackt) zu werden. Im Geschwindigkeitsmodus GM, auf den  
5 über eine Umschalteneinrichtung 10 innerhalb der Steuereinrichtung 7 umgeschaltet werden kann, wird die Pulsverzögerung  $dt$  solange festgehalten bis das zumessende Objekt in das Range-Gate eingedrungen ist und eine Dopplerfrequenz am Mischerausgang (IFout) erzeugt. Ist die Dopplerinformation abgegriffen, kann der Radarsensor zu einem nächsten Range-Gate respektive Pulsverzögerung  $dt$  umschalten und auf die nächste  
10 Dopplerinformation warten.

Im folgenden werden Strategien beschrieben, wie die Pulsverzögerung  $dt$  so angesteuert werden kann, dass ein kombinierter Messmodus entsteht, der die Eigenschaften von Entfernungsmodus EM und Geschwindigkeitsmodus GM kombiniert. Die Strategien sind  
15 in den Figuren 2 bis 4 illustriert.

Strategie A (Figur 2): Vom Nahbereich  $s_1$  beginnend wird der Bereich vom Radarsensor weg durchsucht nach reflektierenden Objekten. Bei  $s_2$  wird dieser Vorgang abgebrochen. Die Pulsverzögerung  $dt$  wird auf einem konstanten Wert gehalten, was es nun ermöglicht  
20 bei  $s_2$  Dopplerfrequenzen zu messen. Frühestens nach einer erfassten Dopplerfrequenz und spätestens nach einer maximalen Halteperiode wird die Pulsverzögerung  $dt$  wieder zurückgesetzt/zurückgeschaltet auf  $dt = 2 \cdot s_1 / c$  (bisheriger Startwert).

Strategie B (Figur 2): Vom Nahbereich bei  $s_1$  beginnend wird der Bereich vom Radarsensor weg durchsucht mit kontinuierlich ansteigender Pulsverzögerung. Bei  $s_3$   
25 wird ein Objekt 01 detektiert. Um Objekt 01 eine niedertolerierte Relativgeschwindigkeit wie der Dopplerinformation zuzuordnen, wird die Pulsverzögerung  $dt$  auf  $dt = 2 \cdot s_4 / c$  zurück geschaltet mittels der Umschalteneinrichtung 10. Frühestens nach einer erfassten Dopplerfrequenz und spätestens nach einer maximalen Halteperiode wird die  
30 Pulsverzögerung  $dt$  wieder zurückgeschaltet auf  $dt = 2 \cdot s_1 / c$ . Kann dem Objekt 01 keine Relativgeschwindigkeit zugeordnet werden, kann davon ausgegangen werden, dass sich das Objekt entfernt hat. Hierbei kann nach der Halteperiode  $t_{\text{Halte}}$  analog ein  $dt = 2 \cdot (s_3 + \Delta s) / c$  eingestellt werden. ( $s_3 - s_4$ ) und  $\Delta s$  sind zu applizieren. Kann dem Objekt 1 wiederum keine relativ Geschwindigkeit zugeordnet werden, wird der Vorgang  
35 abgebrochen. Das verbessert darüber hinaus die Performance zur Unterdrückung von

Scheinreflexionen und Zweideutigkeiten, da Scheinreflexionen keine Relativgeschwindigkeit haben. Dagegen haben Zweideutigkeiten in vielen Fällen eine uneinheitliche Relativgeschwindigkeit. Das gilt insbesondere bei Mehrsensorkonfigurationen.

5

Strategie C (Figur 2): Ein Range-Gate bei s5 wird durch einen Scan von s1 angefahren. Nach Ermittlung der Dopplerfrequenz oder einem tHalte wird der Bereich zwischen s5 und s1 ein weiteres Mal durchsucht mit gegenläufiger Pulsverzögerung. So kann ausgeschlossen werden, dass durch das Setzen eines Range-Gates ein Objekt näher als s5 übersehen wird. Durch das wiederholtes Scannen kann die Bestimmung der Entfernung für ein weiteres Range-Gate für ein Objekt mit mehreren unterschiedlichen Reflektionszentren verbessert werden. Das verbessert darüber hinaus die Performance zur Unterdrückung von Scheinreflexionen und Zweideutigkeiten.

10

1

15

Strategie D (Figur 3): Erlaubt eine sofortige Plausibilisierung eines Objekts, dass zum ersten Mal näher als s6 zum Radarsensor gekommen ist. Das ist notwendig, falls eine Detektionsentscheidung bei einer Distanz dicht unterhalb von s6 getroffen werden muss.

20

Strategie E (Figur 3): Die Flankensteilheit verringert die Empfindlichkeit aber auch den Abtastzyklus. Erwartet ein Algorithmus ein Objekt mit großem Radarquerschnitt ist eine geringere Empfindlichkeit zur Präsenzüberprüfung ausreichend. Auch hier erfolgt durch die abfallende Flanke für die entfernteren Objekt bei s7 eine frühmöglichste Plausibilisierung.

25

Strategie F (Figur 4): Erlaubt eine schnellere Plausibilisierung von beliebigen Objekten sobald sie durch die Signalverarbeitung erkannt wurden. Sobald eine Reflexion erkannt wird, wird die Pulsverzögerung  $\Delta t$  gegenläufig wieder abgesenkt, um durch eine weitere Reflektion eine erhöhte Plausibilität und weniger Anfälligkeit vor Phantom-Objekten zu erhalten. Das Objekt s10 wird in einem Zyklus 6 mal plausibilisiert während s11 2 mal plausibilisiert wird, dass heißt die nächstgelegenen Objekte werden am besten plausibilisiert. Das Objekt bei s9 ist in diesem Beispielszenario als Phantom-Objekt nicht weiter verfolgt worden. S8 ist hierbei die kleinste Reichweite des Sensors. Legt man den Schwerpunkt auf die Plausibilisierung von Objekten, die neu in die Reichweite des Radarsensors kommen, kann s8 durch die maximale Reichweite des Radarsensors ersetzt werden und die Abtastrichtung zum Radarsensor hin umgekehrt wird.

30

35



Auch die Kombinationen der verschiedenen Strategien bringt weitere Vorteile mit sich, wie z.B. die Kombination von Strategie D und A. Ist S6 die maximale Reichweite des Radarsensors, kann jedes Objekt einer Objektliste, die hieraus generiert wurde, durch ein oder mehrere Messstrategien A mit aus Dopplerinformationen abgeleiteten Relativgeschwindigkeiten ergänzt werden.

Die Strategie kann auch so ausgebildet werden, dass nach jedem Wechsel eines Range-Gates eine Umschaltung von Distanzmessen auf Geschwindigkeitsmessen vorgenommen wird.

Die Steuereinrichtung 7 kann als Mikrocontroller ausgebildet sein und die Aufgaben Pulsfrequenzerzeugung 6 (Takt z.B. 5 MHz), Pulsverzögerung, Umschaltung 10 und Auswertung 11 übernehmen.

Die Auswerteinrichtung 11 kann anhand der ermittelten Geschwindigkeitswerte die Grenzen der Range-Gates festlegen.

In Figur 5 ist der Entfernungsmessbetrieb im Scanmode dargestellt. Verschiedene Range-Gates haben unterschiedliche Graufärbung.

Figur 6 zeigt den Geschwindigkeitsmessbetrieb mit Detektion von Halbwellen (Dopplerfrequenz). Aus den Halbwellen wird ein binäres Signal gebildet, um die Nulldurchgänge und damit die Dopplerfrequenz genauer zu bestimmen.

Figur 7 zeigt eine Objektdetektion aufgrund einer ansteigenden Amplitude/Gradienten im Geschwindigkeitsmessbetrieb.

Figur 8 dient zur Veranschaulichung der Detektion der Position eines bewegenden Objekts aufgrund der erreichten Maximalamplitude bei der Dopplerfrequenzmessung.

Aus der detektierten Position eines Objekts kann auch ein Geschwindigkeits-Offset – Vektor  $V_r(r)$  – innerhalb eines Range-Gates geschätzt werden (Figur9).

In Figur 10 ist dargestellt wie aus Einzelzielmessungen eine Abstandshistorie (Distanzhistorie) erstellt werden kann durch Sammeln von Einzelmessungen (collect past peak-list) und erstellen eines Zeit/Peak Diagramms. Daraus lässt sich eine Situationsanalyse erstellen und eine Detektion von Objektmustern (Object Pattern) anhand der Progression der Peaklist. Dies ist insbesondere für die Schätzung von erwarteten Crash-Situationen wichtig.

Figur 11 zeigt einen Pre-Crash Zeitablauf. Die Distanzmessungen sind zeitgetriggert (innerhalb von 10 ms wird jeweils ein 7m Bereich gescannt). Die Geschwindigkeitsmessungen sind eventgetriggert im Bereich von 1,5 bis 18 ms. Aus der Verarbeitung der Messwerte lassen sich Crash-Situationen schätzen um Vorwarnsignale für einen zu erwarteten Crash auszugeben (Prefiresignal) oder Parameter für die Auslösung eines Airbags oder einer Korrektur der Annäherungsgeschwindigkeit (Presetparameter).

5

## 10 Patentansprüche

1. Einrichtung zur Abstands- und Geschwindigkeitsmessung von Objekten mittels Radarpulsen mit folgenden Merkmalen:

- 15
- einem empfangseitigem Mischer (8), der empfangene Radarpulse mit verzögerten sendeseitigen Radarpulsen korreliert,
  - einer Steuereinrichtung (7) zur Vorgabe von Range-Gates innerhalb derer die dem Mischer (8) zuführbaren Radarpulse bezüglich ihrer Pulsverzögerung kontinuierlich ansteigend und/oder abfallend veränderbar sind.

20

  - einer Umschalteneinrichtung (10) zur Realisierung mehrere Betriebsmodi insbesondere zum Konstanthalten der dem Mischer (8) zuführbaren sendeseitigen Radarpulse bezüglich ihrer Verzögerung, um insbesondere Dopplerfrequenzen zu messen, zum Rücksetzen oder Anheben der Verzögerung auf einen bisherigen oder neuen Startwert und/oder zur kontinuierlichen Verzögerung insbesondere in eine einer vorausgegangenen Veränderung gegenläufigen Richtung,

25

  - einer Auswerteeinrichtung (11) für Abstand- und Geschwindigkeitswerte anhand der Mischerausgangssignale.

- 30
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (11) ausgestaltet ist aus festgestellten Entfernungsänderungen Geschwindigkeitswerte zu prognostizieren, welche anhand gemessener Dopplerfrequenzen verifiziert bzw. feinkorrigiert werden.

3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (11) ausgestaltet ist, anhand der ermitteltem Geschwindigkeitswerte die Grenzen für die Range-Gates festzulegen.
- 5      4. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Umschalteneinrichtung (10) von der Steuereinrichtung (7) derart steuerbar ist, dass bei einem Range-Gate Wechsel eine Dopplerfrequenzmessung durch Konstanthalten der Verzögerung der dem Mischer (8) zuführbaren sendeseitigen Radarpulse erfolgen kann.
- 10     5. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (11) ausgestaltet ist ein bewegtes Objekt aufgrund eines ansteigenden Geschwindigkeitsgradienten/Amplitude zu detektieren.
- 15     6. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet dass die Auswerteeinrichtung (11) ausgestaltet ist die Position eines bewegenden Objektes aufgrund der Maximalamplitude der Dopplerfrequenzmessung zu detektieren.
- 20     7. Einrichtung nach Anspruch 6, gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (11) ausgestaltet ist zu einer detektierten Position eines Objektes einen Geschwindigkeits-Offset zu schätzen.
- 25     8. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Umschalteneinrichtung (10) eventgetriggert steuerbar ist, d.h. eine Umschaltung in einen anderen Betriebsmode, z.B. ein Konstanthalten der Verzögerung der dem Mischer (8) zugeführten sendeseitigen Radarpulse bei vorheriger Variation der Verzögerung oder Verändern der Verzögerung in gegenläufiger Richtung aufgrund einer erkannten Reflexion.
- 30     9. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass zur Plausibilisierung einer Objekterkennung bei einer erkannten Reflexion die Verzögerung der dem Mischer (8) zuführbaren sendeseitigen Radarpulse in gegenläufiger Richtung derart veränderbar ist, dass insbesondere eine weitere Reflexion gewonnen werden kann, die mit der zuvor erkannten Reflexion korrelierbar ist.

10. Einrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (11) ausgebildet ist aus gewonnenen Abstandsmessungen eine Abstandshistorie zu erstellen und anhand dieser Abstandshistorie Objektmuster zu detektieren.
- 5 11. Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (11) ausgebildet ist den Geschwindigkeitsmessungen Schätzwerte für erwartete Crash-Situationen zu erstellen.
- 10 12. Einrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinrichtung (11) ausgebildet ist, bei erwarteten Crash-Situationen die Umschalteneinrichtung (10) in den Betriebsmode Konstanthalten der Radarpulse bezüglich ihrer Verzögerung zu steuern, um Dopplerfrequenzen zu messen.

1/7

Fig. 1

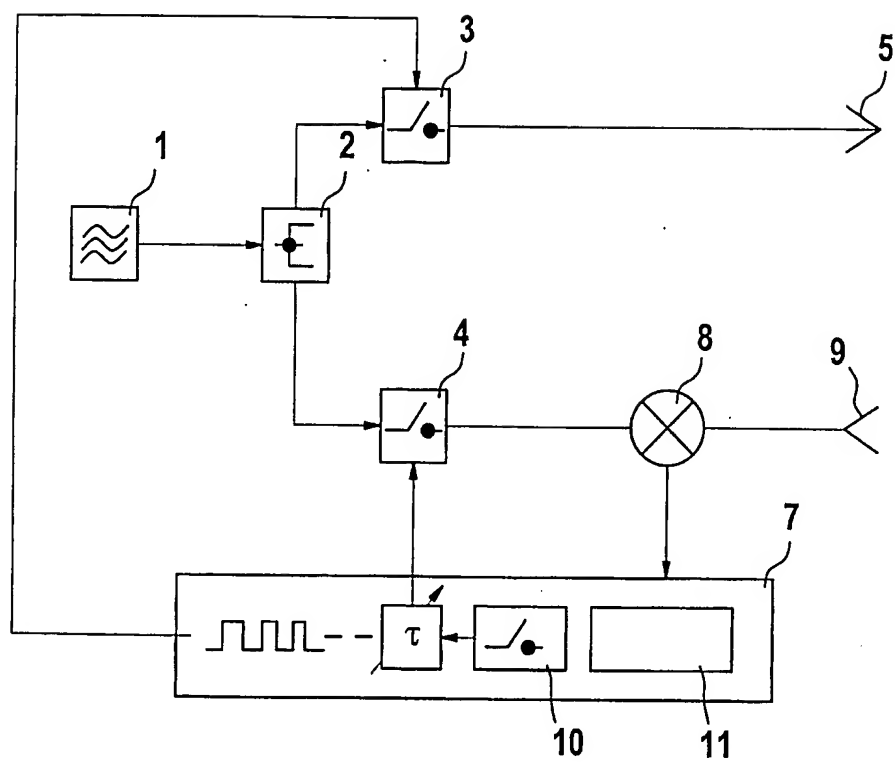


Fig. 2

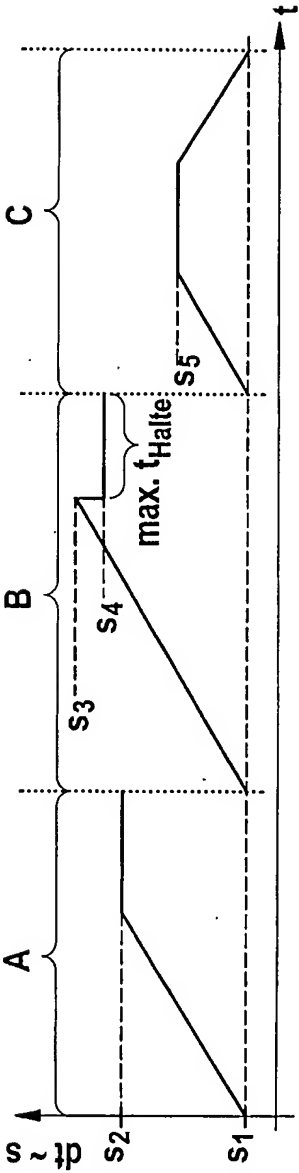


Fig. 3

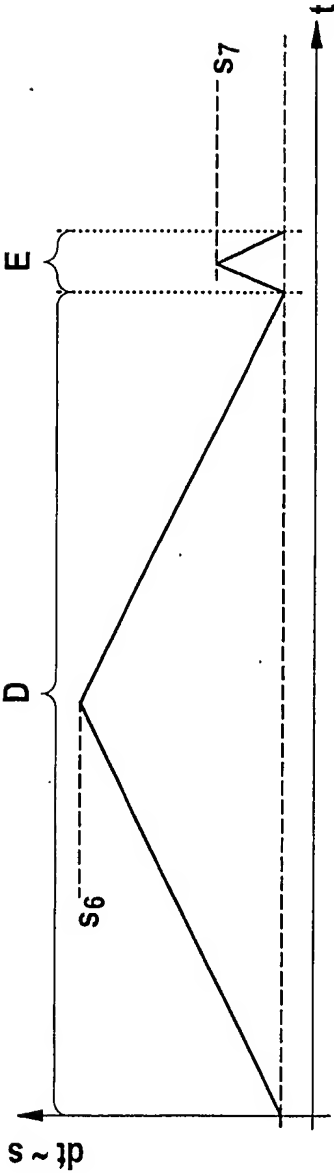
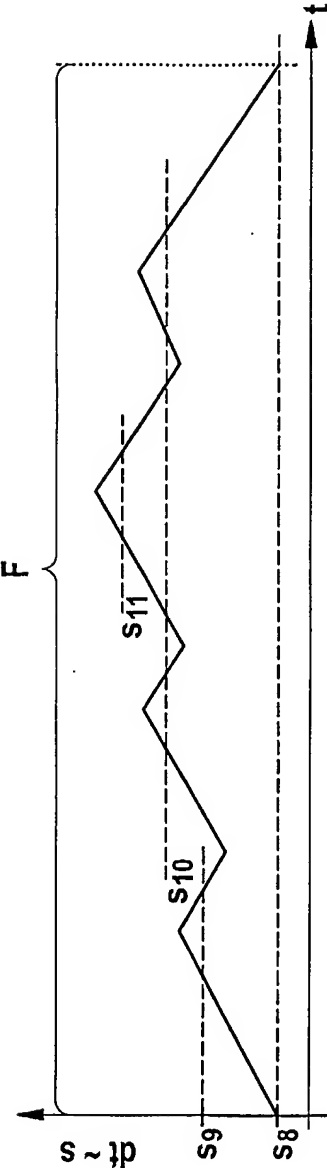


Fig. 4





4/7

Fig. 5

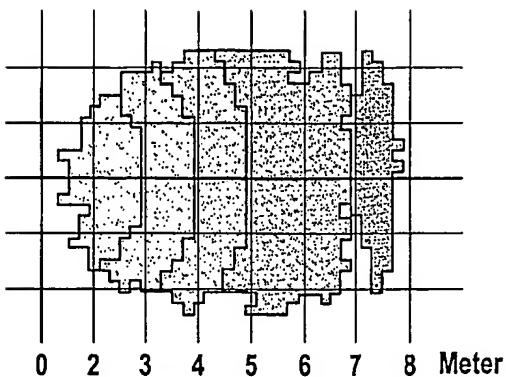


Fig. 6

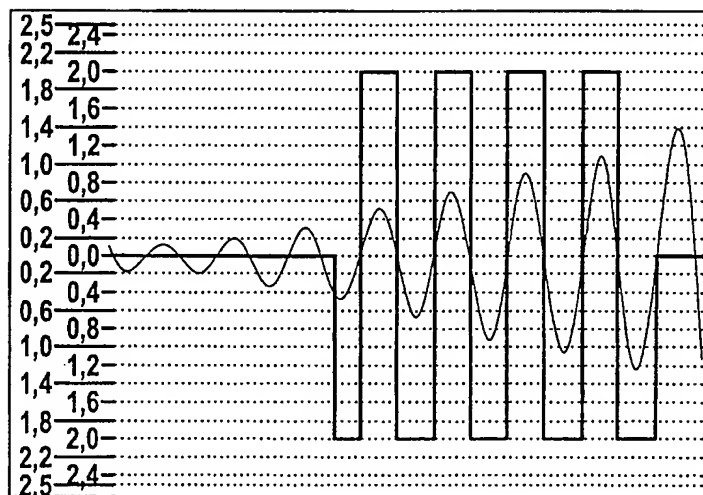
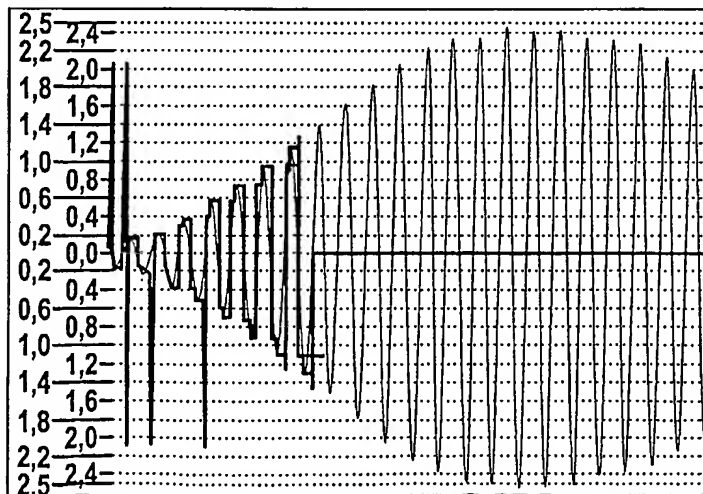


Fig. 7



5 / 7

Fig. 8

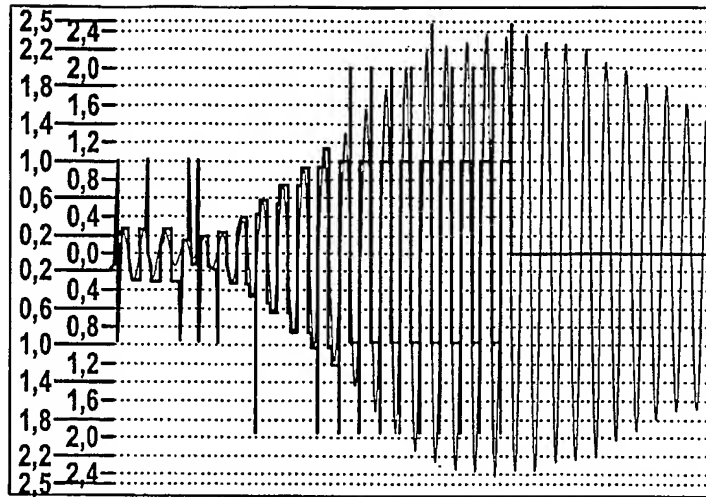
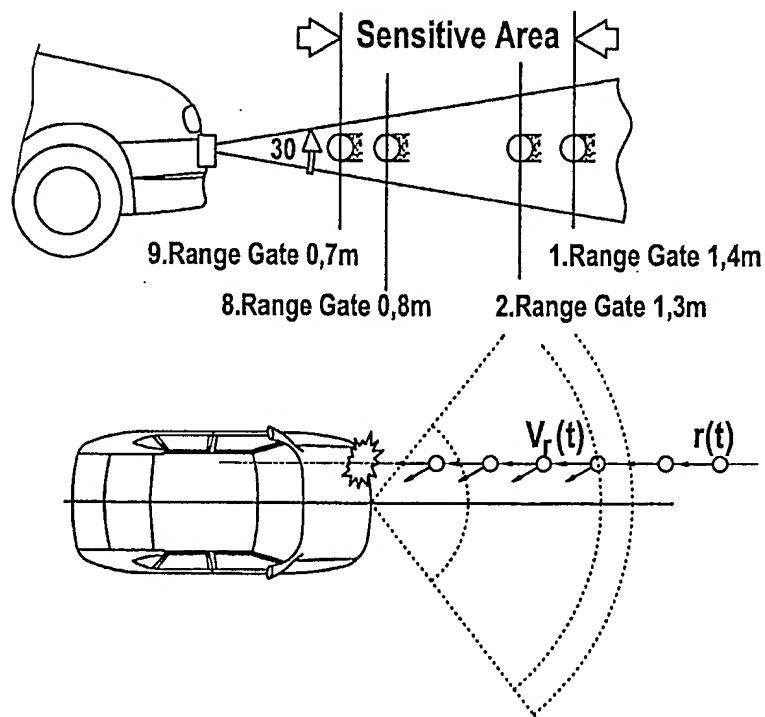
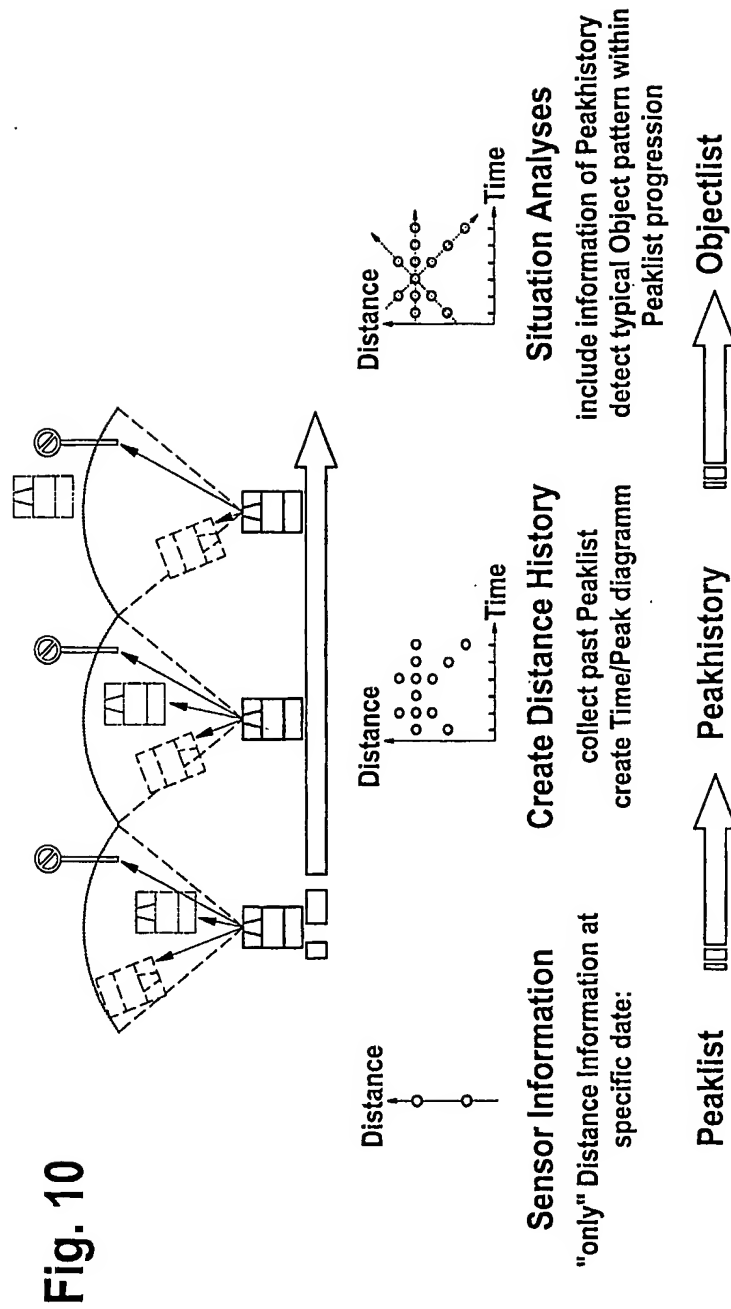


Fig. 9



6/7



**Fig. 11**

